

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 07-103049

(43) Date of publication of application : 18.04.1995

(51) Int.Cl.

F02D 41/34
F02B 17/00
F02D 41/04
F02M 25/07

(21) Application number : 05-254037

(71) Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22) Date of filing : 12.10.1993

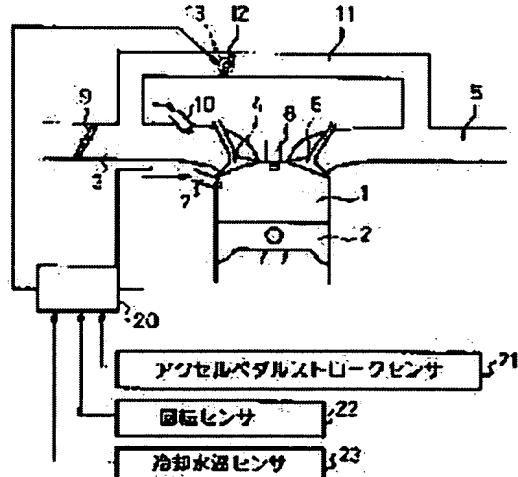
(72) Inventor : MASUSHIRO ZENICHIROU

(54) FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57) Abstract:

PURPOSE: To completely prevent respectively a misfire from being generated and an NOX generating amount from increasing even when not realized-a desired recirculation rate due to an adjusting delay by actuating together two kinds of fuel injection valves when detected the adjusting delay of recirculated exhaust gas amount.

CONSTITUTION: An internal combustion engine is provided with the first fuel injection valve 7 for attaining stratified combustion by directly injecting fuel into a combustion chamber 1 and the second fuel injection valve 10 for attaining uniform combustion by injecting fuel to an intake passage 3 in the downstream of a throttle valve 9. On the other hand, the intake passage 3 in the downstream of the throttle valve 9 communicates with an exhaust passage 5 in an exhaust gas recirculating passage 11, to arrange therein a control valve 12 for controlling a recirculating exhaust gas amount. Here in a control device 20, based on each detection signal from each sensor 21 to 23 for detecting an operating condition of the internal combustion engine, both the fuel injection valves 7, 10 are switched to be actuated. When an adjusting delay of the recirculating exhaust gas amount is detected at switching time, both the fuel injection valves 7, 10 are actuated together.



LEGAL STATUS

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of request for examination] 27.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3362317

[Date of registration] 25.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, It is a fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in said exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means which said 1st fuel injection valve and said 2nd fuel injection valve are switched [control means] according to engine operational status, and performs fuel injection, A detection means to detect the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas which minds said control valve at the time of a switch of fuel injection, It is the fuel-injection control unit of the internal combustion engine characterized by providing the 2nd fuel-injection control means which performs fuel injection by said both 1st and 2nd fuel injection valves while said increase and decrease of delay are detected by said detection means.

[Claim 2] Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, It is a fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in said exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means which said 1st fuel injection valve and said 2nd fuel injection valve are switched [control means] according to engine operational status, and performs fuel injection, A detection means to detect the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas which minds said control valve at the time of a switch of fuel injection, It is the fuel-injection control unit of the internal combustion engine characterized by providing the switch means for stopping which stops a switch of the fuel injection by said 1st fuel-injection control means while said increase and decrease of delay are detected by said detection means.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the fuel-injection control unit in the internal combustion engine which switches and uses the 1st fuel injection valve which injects a direct fuel, and the 2nd fuel injection valve which injects a fuel to an inhalation-of-air path according to engine operational status into a gas column while having exhaust gas recirculation.

[0002]

[Description of the Prior Art] The internal combustion engine which has the 1st fuel injection valve which injects a direct fuel into a gas column, and the 2nd fuel injection valve which injects a fuel to an inhalation-of-air path, realizes stratification combustion of low fuel consumption using the 1st fuel injection valve at the time of the low loading side operating range of under a predetermined engine load, and realizes homogeneity combustion from which high power is obtained using the 2nd fuel injection valve at the time of a heavy load side operating range more than a predetermined engine load is well-known.

[0003] On the other hand, by carrying out recycling of the exhaust gas whose principal component is inert gas to a combustion chamber, with the heat capacity which inert gas has, exhaust gas recycling reduces combustion temperature and reduces the yield of NOx. While the above-mentioned NOx reduction effectiveness improves so that there are many amounts of exhaust gas which carry out recycling, since reduction of the pumping loss of the part is possible, the thing of the amount of exhaust gas occupied within a gas column enlarged comparatively (it expresses as an EGR rate below) as much as possible is desirable. However, in order to accompany exhaust gas recycling by ignitionability and inflammable aggravation by one side, the maximum in the range in which the output of ignitionability with the positive EGR rate for every engine load and a request is obtained is set up. Thus, if the set-up EGR rate becomes so small that an engine load is large in the same combustion and stratification combustion is compared with homogeneity combustion, since former one of ignitionability is good, at the time of stratification combustion, the EGR rate is enlarged from the time of the homogeneity combustion in the same engine load. Control of an actual EGR rate is performed by controlling the opening of the control valve arranged in an exhaust gas recycling path.

[0004] Therefore, in the internal combustion engine with which stratification combustion and homogeneity combustion are switched as mentioned above, in order to realize a desired EGR rate at the time of this switch, opening change of a control valve will become quite big. However, even if a control valve is opened and closed rapidly, it does not immediately fluctuate and the amount of exhaust gas which carries out recycling cannot realize a desired EGR rate in the meantime. In a flame failure's occurring with aggravation of ignitionability when exceeding a desired EGR rate, and being less, the yield of NOx increases.

[0005] What uses together the fuel injection valve of both predetermined time at the time of a switch of stratification combustion and homogeneity combustion is indicated by JP,63-154816,A. By this, when switched to homogeneity combustion from stratification combustion, since stratification combustion is used together, predetermined time Even if a permissible EGR rate increases and it exceeds a desired EGR rate, when generating of a flame failure can be prevented and it is conversely switched to stratification combustion from homogeneity combustion, since homogeneity combustion is used together, predetermined time the gaseous mixture formed in the perimeter section of a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

combustion chamber -- the fault at the time of stratification combustion -- a Lean thing -- a rich side -- becoming -- NOx -- generating -- being hard -- the yield of NOx can be decreased even if the amount of recycling exhaust gas is the same.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned conventional technique, since the period which uses both fuel injection valves together is always predetermined time, especially, the EGR rate of the request by it being a comparatively big thing over the predetermined load at the time of a switch of stratification combustion and homogeneity combustion of an engine change of load after predetermined time progress may not be acquired, and the above-mentioned problem still occurs at this time.

[0007] Therefore, the purpose of this invention is set to the internal combustion engine which switches the homogeneity combustion which uses the 2nd fuel injection valve which injects a fuel according to engine operational status to the stratification combustion which uses the 1st fuel injection valve which injects a direct fuel, and an inhalation-of-air path into a gas column while it has exhaust gas recirculation. Even if a desired EGR rate is not realized by the increase and decrease of delay of recycling exhaust gas at the time of this switch, it is offering the fuel-injection control unit which can prevent completely generating of a flame failure, and the increment in the yield of NOx.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The fuel-injection control unit of the first internal combustion engine by this invention Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, It is a fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in said exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means which said 1st fuel injection valve and said 2nd fuel injection valve are switched [control means] according to engine operational status, and performs fuel injection, A detection means to detect the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas which minds said control valve at the time of a switch of fuel injection, While said increase and decrease of delay are detected by said detection means, it is characterized by providing the 2nd fuel-injection control means which performs fuel injection by said both 1st and 2nd fuel injection valves.

[0009] Moreover, the fuel-injection control unit of the second internal combustion engine by this invention Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, It is a fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in said exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means which said 1st fuel injection valve and said 2nd fuel injection valve are switched [control means] according to engine operational status, and performs fuel injection, A detection means to detect the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas which minds said control valve at the time of a switch of fuel injection, While said increase and decrease of delay are detected by said detection means, it is characterized by providing the switch means for stopping which stops a switch of the fuel injection by said 1st fuel-injection control means.

[0010]

[Function] The first above-mentioned internal combustion engine's fuel-injection control unit Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, In the fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in exhaust gas recirculation and the optimal

THIS PAGE BLANK (USPTO)

EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means switches the 1st fuel injection valve and the 2nd fuel injection valve according to engine operational status, and fuel injection is performed. The increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas to which a detection means minds a control valve at the time of a switch of fuel injection are detected, and the 2nd fuel-injection control means performs fuel injection by both 1st and 2nd fuel injection valves, while the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas are detected by the detection means.

[0011] Moreover, the second above-mentioned internal combustion engine's fuel-injection control unit Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, It is a fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means switches the 1st fuel injection valve and the 2nd fuel injection valve according to engine operational status, and fuel injection is performed. The increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas to which a detection means minds a control valve at the time of a switch of fuel injection are detected, and a switch means for stopping stops a switch of the fuel injection by the 1st fuel-injection control means, while the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas are detected by the detection means.

[0012]

[Example] Drawing 1 is the outline sectional view of the internal combustion engine for which the fuel-injection control unit by this invention was prepared. In this drawing, the inhalation-of-air path which a combustion chamber and 2 mind a piston, and, as for 1, 3 minds an inlet valve 4, and leads to a combustion chamber 1, and 5 are flueways which lead to a combustion chamber 1 through an exhaust valve 6. 7 is the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel in a combustion chamber 1. Moreover, 8 is an ignition plug.

[0013] A throttle valve 9 is arranged at the inhalation-of-air path 3, and the 2nd fuel injection valve 10 which injects a fuel to the inhalation-of-air path 3 is installed in the lower stream of a river of a throttle valve 9. Moreover, throttle-valve 9 lower stream of a river and flueway 5 of the inhalation-of-air path 3 are opened for free passage by the exhaust gas recycling path 11, and the control valve 12 for controlling the amount of exhaust gas which carries out recycling is arranged in this exhaust gas recycling path 11. 13 is driving gears, such as a step motor for driving this control valve 12.

[0014] The fuel-injection control whose 20 minds the 1st fuel injection valve 7 and the 2nd fuel injection valve 10, It is the control unit which takes charge of opening control of the control valve 12 through a driving gear 13. As the rotation sensor 22 and engine temperature for detecting the accelerator pedal stroke sensor 21 and engine rotational frequency which detect the amount of treading in of the accelerator pedal as an engine load The sensor for determining the engine operational status of the cooling coolant temperature sensor 23 grade for detecting ***** water temperature is connected.

[0015] Stratification combustion of low fuel consumption is realized by injecting a fuel in the compression stroke last stage using the 1st fuel injection valve at the time under of a predetermined load, and, as for the above-mentioned internal combustion engine, an inhalation-of-air line more nearly already realizes homogeneity combustion from which high power is obtained using the 2nd fuel injection valve at the time more than a predetermined load because before or an inhalation-of-air line injects a fuel in inside, so that it may be well-known.

[0016] Opening control of a control valve 12 is performed by the map shown in drawing 2 based on the amount L of treading in of the accelerator pedal as an engine load detected by the accelerator pedal stroke sensor 21 for every one engine revolution. As for this map, the opening theta of a control valve 12 by which the maximum EGR rate in the range in which the output of positive ignitionability and a request is obtained is realized is set up for every engine load. Therefore, if this opening theta is set up so that it may become so small that an engine load is large in the same combustion, and stratification combustion is compared with homogeneity combustion, at the time of the stratification combustion below predetermined load L1, it is more possible than the time of the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

homogeneity combustion in the same engine load to enlarge an EGR rate, and since former one of ignitionability is good, Opening theta is set up so that it may change a lot by the predetermined load L1.

[0017] In opening control of such a control valve 12, if it is engine load within the limits with which the same combustion is performed, opening change of the control valve 12 to a change of load is comparatively small, recycling of the exhaust gas of the amount according to the opening of a control valve 12 can be carried out, and the EGR rate of the request in the load after change can be realized momentarily. However, if the change of load over the load L1 with which stratification combustion and homogeneity combustion switch occurs, opening change of a control valve 12 becomes very large, the amount of exhaust gas which carries out recycling does not immediately fluctuate it to the amount of requests at this time, and a desired EGR rate cannot be realized in the meantime.

[0018] The fuel-injection control device of this example performs fuel-injection control by the 1st fuel injection valve 7 and the 2nd fuel injection valve 10 with the 1st flow chart shown in drawing 3. This flow chart is performed for every one engine revolution. First, the amount L of treading in of the accelerator pedal as an engine load is detected by the accelerator pedal stroke sensor 21, and the engine rotational frequency N is detected by the rotation sensor 22 in step 101, and the cooling water temperature T as engine temperature is detected by the cooling coolant temperature sensor 23.

[0019] Next, in step 102, it is judged whether the current load L is, more than 1 [load L] combustion switches. When this decision is affirmed, it progresses to step 103, and the fuel oil consumption Q1 at the time of homogeneity combustion is determined based on the current load L detected in step 101, a rotational frequency N, and the engine temperature T, and it progresses to step 104.

[0020] Flag F is set [in / fuel injection of the fuel oil consumption Q1 determined / in / using the 2nd fuel injection valve 10 / it is shown that combustion / in / when it is judged whether Flag F is 0 in step 104 and this decision is affirmed / the last processing / is homogeneity combustion, progress to step 105, and / in this time / step 103 / is performed, and / step 106] to 0, and it ends.

[0021] On the other hand, when the decision in step 102 is affirmed, it progresses to step 107, the fuel oil consumption Q2 at the time of stratification combustion is determined based on the current load L detected in step 101, a rotational frequency N, and the engine temperature T, and it progresses to step 108. Flag F is set [in / fuel injection of the fuel oil consumption Q2 determined / in / using the 1st fuel injection valve 7 / it is shown that combustion / in / when it is judged whether Flag F is 1 in step 108 and this decision is affirmed / the last processing / is stratification combustion, progress to step 109, and / in this time / step 107 / is performed, and / step 110] to 1, and it ends.

[0022] Moreover, when the decision in step 104 is denied (i.e., when the last combustion is not homogeneity combustion), it progresses to step 111. At this time, it is a time of switching from stratification combustion to homogeneity combustion, as mentioned above, the reduction delay of the exhaust gas which carries out recycling occurs, and actual EGR rate R' shown as a continuous line to EGR rate R of the request shown by the dotted line like the timing diagram shown in drawing 5 exceeds it for a while. This flow chart computes actual EGR rate R' by the degree type (1) in step 112.

$$R' = R' - (R' - R) * x_1 \quad (1)$$

Here, R' in left part is the last actual EGR rate, and is an EGR rate in the last stratification combustion at the beginning. R is the EGR rate of the request in this homogeneity combustion, and x1 is the percentage reduction of the EGR rate in activation spacing of this flow chart.

[0023] Next, in step 113, it is judged whether the difference of computed current actual EGR rate R' and EGR rate R of the request at this time is below the predetermined value A of about zero. It is denied and this decision progresses to step 113 at the beginning, and it is injected in each fuel injection timing using both the 1st fuel injection valve 7 and the amount of the 2nd fuel injection valve, and in step 114, fuel oil consumption Q1 determined in step 103 is set to 2, and ends Flag F.

[0024] In next processing, since Flag F is set to 2, when the decision in step 104 is denied, the processing after step 111 is repeated again and the decision in step 112 is affirmed (i.e., when a desired EGR rate is realized mostly), it progresses to step 105 and fuel injection which uses only the 2nd fuel injection valve 10 is performed.

[0025] Thus, since fuel injection by the 1st fuel injection valve 7 is also performed and stratification

THIS PAGE BLANK (USPTO)

combustion is used together while the actual EGR rate has exceeded the EGR rate of the request in homogeneity combustion according to the reduction delay of recycling exhaust gas, the permissible EGR rate of combustion is raised and a flame failure can be prevented.

[0026] On the other hand, when the decision in step 108 is denied (i.e., when the last combustion is not stratification combustion), it progresses to step 115. At this time, it is a time of switching from homogeneity combustion to stratification combustion, as mentioned above, the increment delay of the exhaust gas which carries out recycling occurs, and actual EGR rate R' shown as a continuous line to EGR rate R of the request shown by the dotted line like the timing diagram shown in drawing 6 is less than it for a while. This flow chart computes actual EGR rate R' by the degree type (2) in step 110.

$$R' = R' + (R - R') * x_2 \quad \text{-- (1)}$$

Here, R' in left part is the last actual EGR rate, and is an EGR rate in the last homogeneity combustion at the beginning. R is the EGR rate of the request in this stratification combustion, and x2 is the rate of increase of the EGR rate in activation spacing of this flow chart.

[0027] Next, in step 117, it is judged whether the difference of EGR rate R of the request at this time and computed current actual EGR rate R' is below the predetermined value A of about zero. It is denied and this decision progresses to step 117 at the beginning, and it is injected in each fuel injection timing using both the 1st fuel injection valve 7 and the amount of the 2nd fuel injection valve, and in step 118, fuel oil consumption Q2 determined in step 107 is set to 2, and ends Flag F.

[0028] In next processing, since Flag F is set to 2, when the decision in step 108 is denied, the processing after step 115 is repeated again and the decision in step 110 is affirmed (i.e., when a desired EGR rate is realized mostly), it progresses to step 109 and fuel injection which uses only the 1st fuel injection valve 7 is performed.

[0029] Thus, while the actual EGR rate is less than the EGR rate of the request in stratification combustion with the increment delay of recycling exhaust gas 2nd fuel injection valve 10 since fuel injection to depend is also performed and homogeneity combustion is used together the gaseous mixture formed in the perimeter section of a combustion chamber 1 -- the fault at the time of stratification combustion -- a Lean thing -- a rich side -- becoming -- NOx -- generating -- being hard -- the yield of NOx can be decreased even if recycling of the exhaust gas of the amount of requests is not carried out.

[0030] Moreover, the 2nd flow chart shown in drawing 4 is one flow chart which will be accepted for the fuel-injection control by the 1st fuel injection valve 7 and the 2nd fuel injection valve 10. Only the difference from the 1st above-mentioned flow chart is explained.

[0031] In this flow chart, in step 204, when it progresses to step 211 and actual EGR rate R' is computed like the above-mentioned, when it is judged whether Flag F is 0 and this decision is denied (i.e., when the last combustion is not homogeneity combustion), and the decision in the same step 212 as the above-mentioned is denied, processing after step 207 is performed. That is, the fuel oil consumption Q2 at the time of stratification combustion of the current engine operational status determined in step 207 is injected using the 1st fuel injection valve 7.

[0032] Thus, in order not to switch combustion until a desired EGR rate is realized, as a fuel is injected by the 1st fuel injection valve 7, and stratification combustion is performed, namely, it is shown in drawing 7 corresponding to above-mentioned drawing 5 while the actual EGR rate has exceeded the EGR rate of the request in homogeneity combustion according to the reduction delay of recycling exhaust gas, a permissible EGR rate is raised and a flame failure can be prevented.

[0033] On the other hand, when it progresses to step 215 and actual EGR rate R' is computed like the above-mentioned, when it is judged whether Flag F is 1 and this decision is denied (i.e., when the last combustion is not stratification combustion), and the decision in the same step 216 as the above-mentioned is denied in step 208, processing after step 203 is performed. That is, the fuel oil consumption Q1 at the time of homogeneity combustion of the current engine operational status determined in step 203 is injected using the 2nd fuel injection valve 10.

[0034] Thus, while the actual EGR rate is less than the EGR rate of the request in stratification combustion with the increment delay of recycling exhaust gas In order not to switch combustion until a desired EGR rate is realized, as a fuel is injected by the 2nd fuel injection valve 10, and homogeneity combustion is performed, namely, it is shown in drawing 8 corresponding to above-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

mentioned drawing 6 the gaseous mixture formed in the perimeter section of a combustion chamber 1 -- the fault at the time of stratification combustion -- a Lean thing -- a rich side -- becoming -- NOx -- generating -- being hard -- the yield of NOx can be decreased.

[0035] In the fuel injection in step 113 in the 1st above-mentioned flow chart, the fuel quantity injected by the 1st fuel injection valve 7 is controlled to make it so few that a difference with the EGR rate or EGR rate R' actual as an upper limit and a request of the specified quantity become small, and the quantity of at this rate is decreased from the fuel oil consumption Q1 as which the fuel quantity injected by the 2nd fuel injection 10 is determined in step 103. Moreover, the quantity of at this rate is decreased from the fuel oil consumption Q2 as which the fuel quantity which is controlled to decrease similarly gradually the quantity of the fuel quantity injected by the 2nd fuel injection valve 10 in step 117, and is injected by the 1st fuel injection valve 7 is determined in step 107. The combustion which suits an actual EGR rate by that cause is realizable.

[0036] However, this invention is not limited to such fuel-oil-consumption control. For example, while controlling to make fuel quantity injected by the 2nd fuel injection valve 10 in step 117 so few that a difference with the EGR rate or EGR rate R' actual as an upper limit and a request of the specified quantity become small like the above-mentioned By making it inject, without decreasing the quantity of the fuel oil consumption Q2 determined in step 107 in the fuel quantity injected by the 1st fuel injection valve 7 Gaseous mixture formed in the perimeter section of a combustion chamber can be further made into a rich side, and it enables this to reduce further NOx generated at this time.

[0037]

[Effect of the Invention] Thus, according to the fuel-injection control unit of the first internal combustion engine by this invention Exhaust gas recirculation and the 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, In the fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized The 1st fuel-injection control means switches the 1st fuel injection valve and the 2nd fuel injection valve according to engine operational status, and fuel injection is performed. The increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas to which a detection means minds a control valve at the time of a switch of fuel injection are detected. The 2nd fuel-injection control means performs fuel injection by both 1st and 2nd fuel injection valves, while the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas are detected by the detection means. To a sake A desired EGR rate is not realized by the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas. When an actual EGR rate exceeds it, prevent a flame failure by using stratification combustion together and raising the permissible EGR rate of combustion, and by making into a rich side gaseous mixture which uses homogeneity combustion together and is formed in the perimeter section of a combustion chamber from the time of stratification combustion, in being less Since it is hard coming to generate NOx, the increment in the yield of NOx can be prevented.

[0038] According to the fuel-injection control unit of the second internal combustion engine by this invention, moreover, exhaust gas recirculation, The 1st fuel injection valve for injecting a direct fuel into a gas column and realizing stratification combustion, The 2nd fuel injection valve for injecting a fuel to an inhalation-of-air path, and realizing homogeneity combustion, It is a fuel-injection control unit for the internal combustion engine which has the control valve which controls the amount of exhaust gas which carries out recycling so that it may be prepared in exhaust gas recirculation and the optimal EGR rate according to a combustion method and engine operational status may be realized. The 1st fuel-injection control means switches the 1st fuel injection valve and the 2nd fuel injection valve according to engine operational status, and fuel injection is performed. The increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas to which a detection means minds a control valve at the time of a switch of fuel injection are detected. In order for the 3rd fuel-injection control means to stop a switch of the fuel injection by the 1st fuel-injection control means while the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas are detected by the detection

THIS PAGE BLANK (USPTO)

means When a desired EGR rate is not realized but an actual EGR rate exceeds it by the increase and decrease of delay of the amount of recycling exhaust gas, stratification combustion is made to maintain, a flame failure is prevented like the above-mentioned, when less, homogeneity combustion can be made to be able to maintain and the increment in the yield of NOx can be prevented like the above-mentioned.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

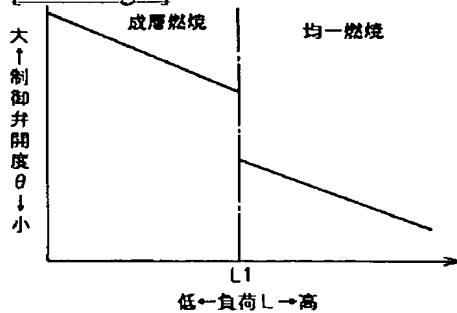
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

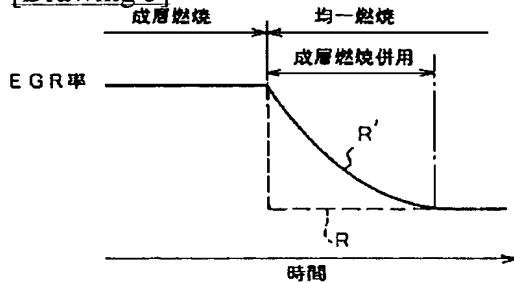
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

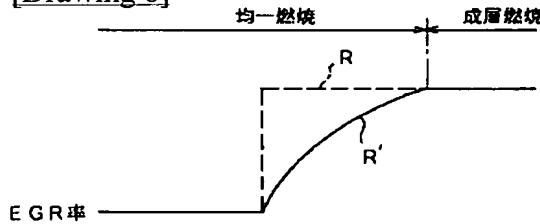
[Drawing 2]



[Drawing 5]

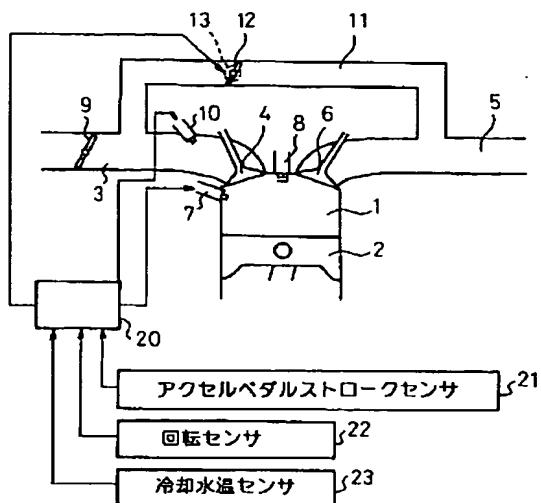


[Drawing 8]

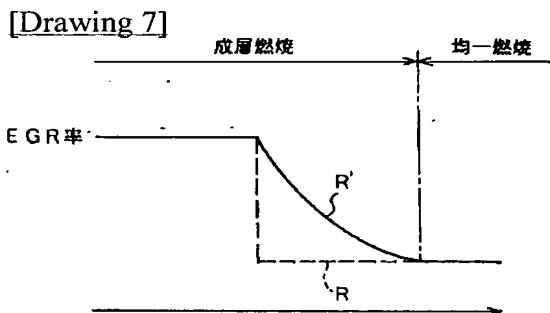
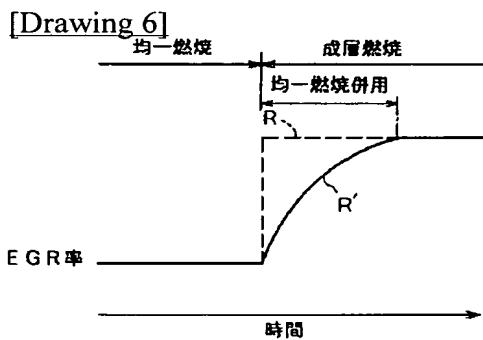


[Drawing 1]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

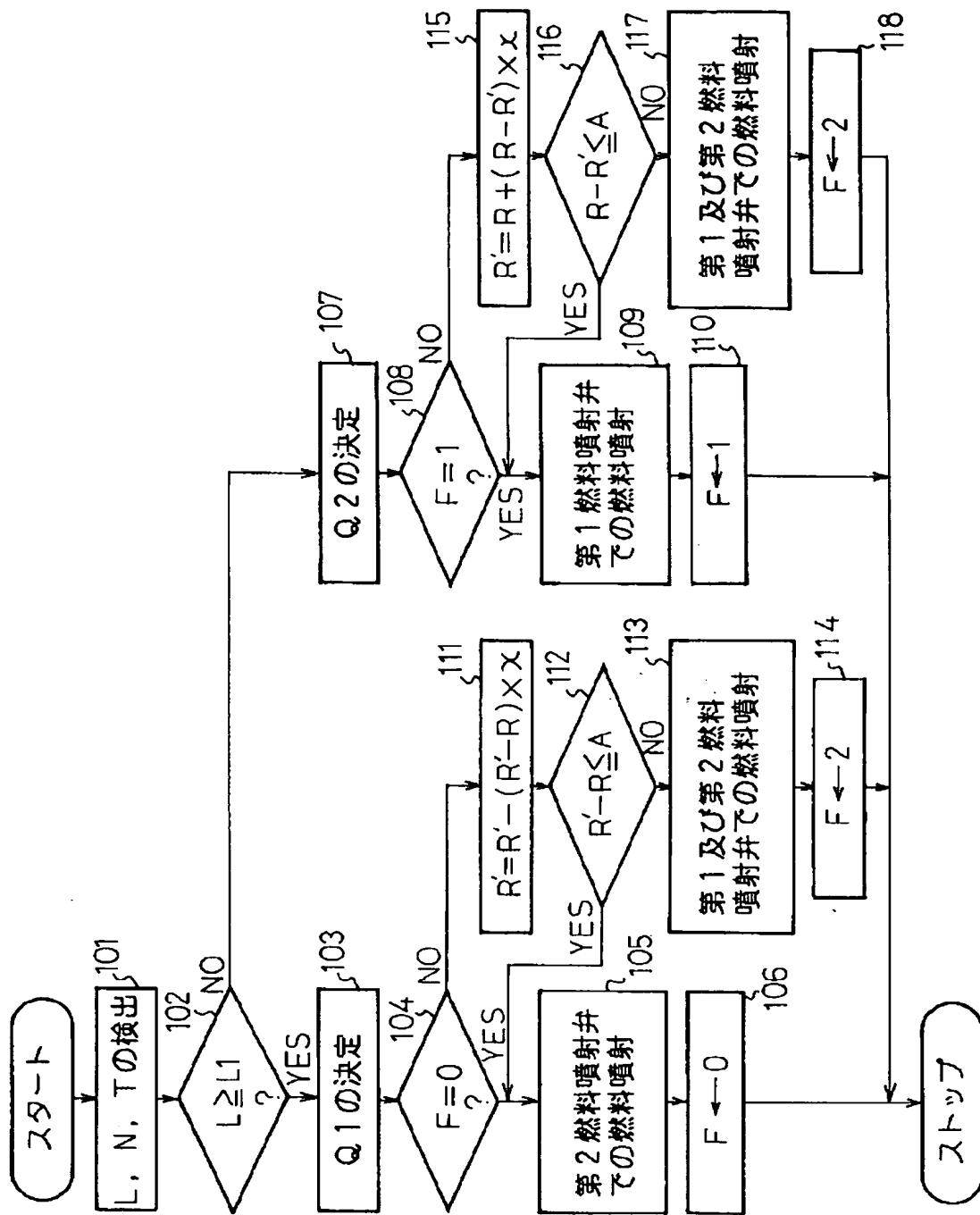


- 1 … 燃焼室
 2 … ピストン
 3 … 吸気通路
 4 … 排気通路
 7 … 第1燃料噴射弁
 8 … 点火プラグ
 9 … スロットル弁
 10… 第2燃料噴射弁
 11… 排気ガス再循環通路
 12… 制御弁



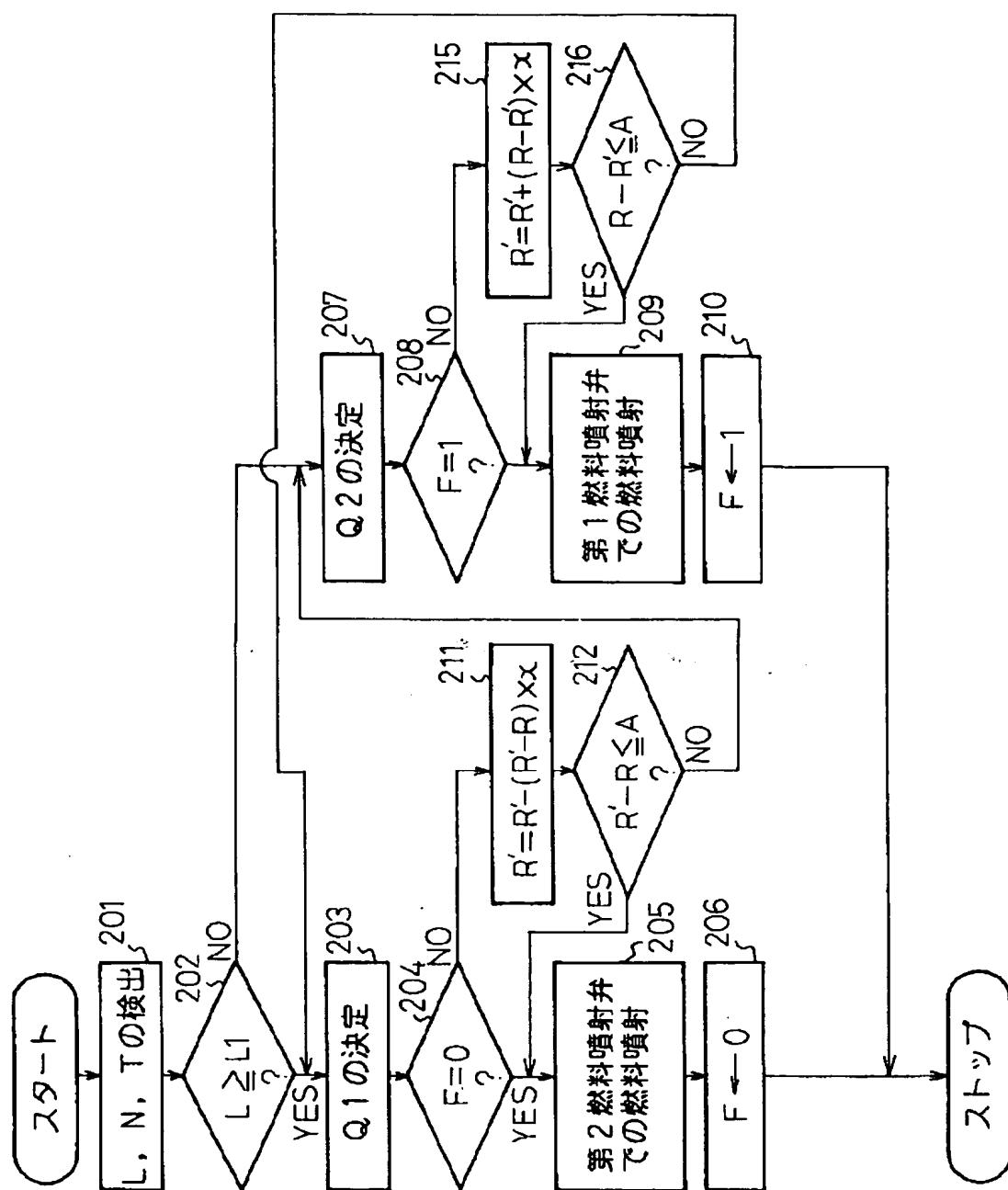
[Drawing 3]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 4]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-103049

(43)公開日 平成7年(1995)4月18日

(51) Int. C1. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 02 D 41/34	C	8011-3 G		
F 02 B 17/00	L			
F 02 D 41/04	3 2 5	Z 8011-3 G		
F 02 M 25/07	5 5 0	R		

審査請求 未請求 請求項の数2 O L

(全9頁)

(21)出願番号 特願平5-254037

(22)出願日 平成5年(1993)10月12日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 益城 善一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

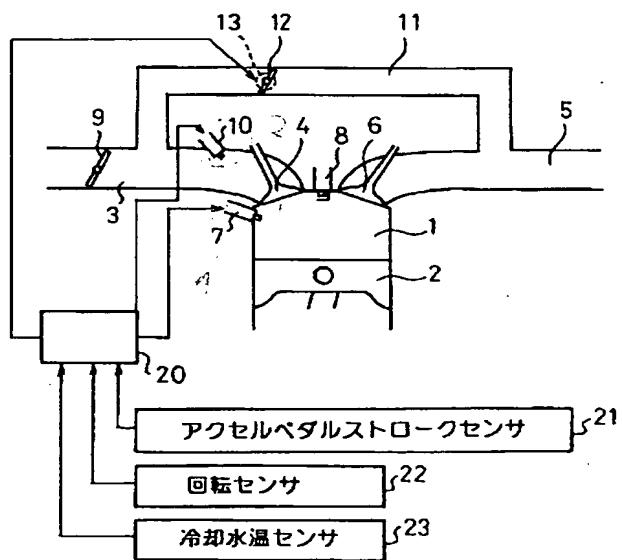
(74)代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

(54)【発明の名称】内燃機関の燃料噴射制御装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、排気ガス再循環装置を有すると共に、気筒内へ燃料を噴射する第1燃料噴射弁と吸気通路に燃料を噴射する第2燃料噴射弁とを機関運転状態に応じて切り換えて使用する内燃機関における燃料噴射制御装置に関し、この切り換え時に再循環排気ガスの増減遅れにより所望のEGR率が実現されなくても、失火の発生及びNOxの発生量の増加を完全に防止することを目的とする。

【構成】 機関運転状態に応じて第1燃料噴射弁7と第2燃料噴射弁10とを切り換えて燃料噴射を実行させる第1燃料噴射制御手段と、燃料噴射の切り換え時に前記制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出する検出手段と、検出手段により前述の増減遅れが検出されている間は第1及び第2燃料噴射弁の両方によって燃料噴射を実行させる第2燃料噴射制御手段、とを具備する。



- 1…燃焼室 8…点火プラグ
2…ピストン 9…スロットル弁
3…吸気通路 10…第2燃料噴射弁
4…排気通路 11…排気ガス再循環通路
7…第1燃料噴射弁 12…制御弁
21
22
23

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、前記排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置であって、機関運転状態に応じて前記第1燃料噴射弁と前記第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させる第1燃料噴射制御手段と、燃料噴射の切り換え時に前記制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出する検出手段と、前記検出手段により前記増減遅れが検出されている間は前記第1及び第2燃料噴射弁の両方によつて燃料噴射を実行させる第2燃料噴射制御手段、とを具備することを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 2】 排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、前記排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置であって、機関運転状態に応じて前記第1燃料噴射弁と前記第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させる第1燃料噴射制御手段と、燃料噴射の切り換え時に前記制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出する検出手段と、前記検出手段により前記増減遅れが検出されている間は前記第1燃料噴射制御手段による燃料噴射の切り換えを停止させる切り換え停止手段、とを具備することを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特に、排気ガス再循環装置を有すると共に、気筒内へ直接燃料を噴射する第1燃料噴射弁と吸気通路に燃料を噴射する第2燃料噴射弁とを機関運転状態に応じて切り換えて使用する内燃機関における燃料噴射制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】気筒内へ直接燃料を噴射する第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する第2燃料噴射弁とを有し、所定機関負荷未満の低負荷側運転領域の時には第1燃料噴射弁を使用して低燃費の成層燃焼を実現し、所定機関負荷以上の高負荷側運転領域の時には第2燃料噴射弁を使用して高出力が得られる均一燃焼を実現する内燃機関が公知である。

【0003】一方、排気ガス再循環は、主成分が不活性ガスである排気ガスを燃焼室へ再循環させることにより、不活性ガスのもつ熱容量によって燃焼温度を低下させ、NO_xの発生量を低減させるものである。再循環さ

せる排気ガス量が多い程、前述のNO_x低減効果が向上すると共に、その分のポンピングロスの低減が可能であるために、気筒内で占める排気ガス量の割合（以下EGR率として表す）は、できるだけ大きくすることが好ましい。しかし、排気ガス再循環は、一方で着火性及び燃焼性の悪化を伴うために、機関負荷毎のEGR率は、確実な着火性及び所望の出力が得られる範囲における最大値が設定されている。このように設定されたEGR率は、同一燃焼においては機関負荷が大きい程小さくなるようになっており、また成層燃焼と均一燃焼とを比較すると、前者の方が着火性が良好であるために、成層燃焼時には同じ機関負荷における均一燃焼時よりEGR率が大きくされている。実際のEGR率の制御は、排気ガス再循環通路内に配置された制御弁の開度を制御することによって行われる。

【0004】従つて、前述のように成層燃焼と均一燃焼が切り換えられる内燃機関において、この切り換え時には所望のEGR率を実現するために、制御弁の開度変化はかなり大きなものとなる。しかし、制御弁が急激に開閉されても再循環させる排気ガス量は直ぐには増減せず、この間において所望のEGR率を実現することができない。所望のEGR率を上回る場合には着火性の悪化に伴い失火が発生する可能性があり、また下回る場合にはNO_xの発生量が増加する。

【0005】特開昭63-154816号公報には、成層燃焼と均一燃焼の切り換え時において、所定時間、両方の燃料噴射弁を併用するものが記載されている。これにより、成層燃焼から均一燃焼に切り換えられる場合に、所定時間は成層燃焼が併用されるために、許容EGR率が高まり所望のEGR率を上回っても失火の発生を防止することができ、また逆に均一燃焼から成層燃焼に切り換えられる場合に、所定時間は均一燃焼が併用されるために、燃焼室の周囲部に形成される混合気は成層燃焼時の過リーンなものよりリッチ側となってNO_xが発生しにくくなり、再循環排気ガス量が同じでもNO_xの発生量を減少させることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来技術において、両方の燃料噴射弁を併用する期間は常時所定時間であるために、特に、機関負荷変化が成層燃焼と均一燃焼の切り換え時の所定負荷を跨ぐ比較的大きなものであると、所定時間経過後にも所望のEGR率が得られない可能性があり、この時に依然として前述の問題が発生する。

【0007】従つて、本発明の目的は、排気ガス再循環装置を有すると共に、気筒内へ直接燃料を噴射する第1燃料噴射弁を使用しての成層燃焼及び吸気通路に燃料を噴射する第2燃料噴射弁を使用しての均一燃焼を機関運転状態に応じて切り換える内燃機関において、この切り換え時に再循環排気ガスの増減遅れによって所望のEGR

R率が実現されなくても、失火の発生及びNO_xの発生量の増加を完全に防止することができる燃料噴射制御装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による第一の内燃機関の燃料噴射制御装置は、排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、前記排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置であって、機関運転状態に応じて前記第1燃料噴射弁と前記第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させる第1燃料噴射制御手段と、燃料噴射の切り換え時に前記制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出する検出手段と、前記検出手段により前記増減遅れが検出されている間は前記第1及び第2燃料噴射弁の両方によって燃料噴射を実行させる第2燃料噴射制御手段、とを具備することを特徴とする。

【0009】また、本発明による第二の内燃機関の燃料噴射制御装置は、排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、前記排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置であって、機関運転状態に応じて前記第1燃料噴射弁と前記第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させる第1燃料噴射制御手段と、燃料噴射の切り換え時に前記制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出する検出手段と、前記検出手段により前記増減遅れが検出されている間は前記第1燃料噴射制御手段による燃料噴射の切り換えを停止させる切り換え停止手段、とを具備することを特徴とする。

【0010】

【作用】前述の第一の内燃機関の燃料噴射制御装置は、排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置において、第1燃料噴射制御手段が機関運転状態に応じて第1燃料噴射弁と第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させ、検出手段が燃料噴射の切り換え時に制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出し、第2燃料噴射制御手段が検出手段により再循環排気ガス量の増減遅れが検出されて

いる間は第1及び第2燃料噴射弁の両方によって燃料噴射を実行させる。

【0011】また、前述の第二の内燃機関の燃料噴射制御装置は、排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置であって、第1燃料噴射制御手段が機関運転状態に応じて第1燃料噴射弁と第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させ、検出手段が燃料噴射の切り換え時に制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出し、切り換え停止手段が検出手段により再循環排気ガス量の増減遅れが検出されている間は第1燃料噴射制御手段による燃料噴射の切り換えを停止させる。

【0012】

【実施例】図1は、本発明による燃料噴射制御装置が設けられた内燃機関の概略断面図である。同図において、1は燃焼室、2はピストン、3は吸気弁4を介して燃焼室1に通じる吸気通路、5は排気弁6を介して燃焼室1に通じる排気通路である。7は燃焼室1内に直接燃料を噴射するための第1燃料噴射弁である。また8は点火プラグである。

【0013】吸気通路3にはスロットル弁9が配置され、スロットル弁9の下流には吸気通路3に燃料を噴射する第2燃料噴射弁10が設置されている。また、吸気通路3のスロットル弁9下流と排気通路5とは、排気ガス再循環通路11によって連通され、この排気ガス再循環通路11内には、再循環させる排気ガス量を制御するための制御弁12が配置されている。13はこの制御弁12を駆動するためのステップモータ等の駆動装置である。

【0014】20は、第1燃料噴射弁7及び第2燃料噴射弁10を介しての燃料噴射制御と、駆動装置13を介しての制御弁12の開度制御とを担当する制御装置であり、機関負荷としてのアクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセルペダルストロークセンサ21、機関回転数を検出するための回転センサ22、及び機関温度としての冷却水温を検出するための冷却水温センサ23等の機関運転状態を決定するためのセンサが接続されている。

【0015】前述の内燃機関は、既に公知となっているよう、所定負荷未満の時に第1燃料噴射弁を使用して圧縮行程末期に燃料を噴射することで低燃費の成層燃焼を実現させ、また所定負荷以上の時に第2燃料噴射弁を使用して吸気行程以前又は吸気行程中に燃料を噴射することで高出力が得られる均一燃焼を実現するものである。

【0016】制御弁12の開度制御は、機関一回転毎にアクセルペダルストロークセンサ21により検出される機関負荷としてのアクセルペダルの踏み込み量Lを基に図2に示すマップによって行われる。このマップは、各機関負荷毎に、確実な着火性及び所望の出力が得られる範囲における最大EGR率が実現されるような制御弁12の開度θが設定されている。従って、この開度θは、同一燃焼においては機関負荷が大きい程小さくなるように設定されており、また成層燃焼と均一燃焼とを比較すると、前者の方が着火性が良好であるために、所定負荷L1未満の成層燃焼時には同じ機関負荷における均一燃焼時よりEGR率を大きくすることが可能であり、開度θは所定負荷L1で大きく変化するように設定されている。

【0017】このような制御弁12の開度制御において、同一燃焼が行われる機関負荷範囲内であれば、負荷変化に対する制御弁12の開度変化は比較的小さく、制御弁12の開度に応じた量の排気ガスを再循環させることができ、瞬間に変化後の負荷における所望のEGR率を実現することができる。しかし、成層燃焼と均一燃焼とが切り換わる負荷L1を跨ぐ負荷変化が発生すると、制御弁12の開度変化は非常に大きくなり、この時には再循環させる排気ガス量が直ぐには所望量まで増減せず、この間において所望のEGR率が実現できない。

【0018】本実施例の燃料噴射制御装置は、図3に示す第1フローチャートにより第1燃料噴射弁7及び第2燃料噴射弁10による燃料噴射制御を行う。このフローチャートは機関一回転毎に実行されるものである。まずステップ101において、アクセルペダルストロークセンサ21によって機関負荷としてのアクセルペダルの踏み込み量Lが検出され、回転センサ22によって機関回転数Nが検出され、また冷却水温センサ23によって機関温度としての冷却水温Tが検出される。

【0019】次にステップ102において、現在の負荷Lが燃焼が切り換わる負荷L1以上であるかどうかが判断される。この判断が肯定される時はステップ103に進み、ステップ101において検出された現在の負荷L、回転数N、及び機関温度Tを基に均一燃焼時の燃料噴射量Q1が決定され、ステップ104に進む。

【0020】ステップ104において、フラグFが0であるかどうかが判断され、この判断が肯定される時は、前回の処理における燃焼が均一燃焼であることを示しており、ステップ105に進み、今回も第2燃料噴射弁10を使用してステップ103において決定された燃料噴射量Q1の燃料噴射が実行され、ステップ106において、フラグFは0とされ終了する。

【0021】一方、ステップ102における判断が肯定される時は、ステップ107に進み、ステップ101において検出された現在の負荷L、回転数N、及び機関温度Tを基に成層燃焼時の燃料噴射量Q2が決定され、ス

テップ108に進む。ステップ108において、フラグFが1であるかどうかが判断され、この判断が否定される時は、前回の処理における燃焼が成層燃焼であることを示しており、ステップ109に進み、今回も第1燃料噴射弁7を使用してステップ107において決定された燃料噴射量Q2の燃料噴射が実行され、ステップ110において、フラグFは1とされ終了する。

【0022】また、ステップ104における判断が否定される時、すなわち前回の燃焼が均一燃焼でない時に10は、ステップ111に進む。この時は、成層燃焼から均一燃焼へ切り換わる時であり、前述したように再循環させる排気ガスの減少遅れが発生し、図5に示すタイムチャートのように点線で示す所望のEGR率Rに対して実線で示す実際のEGR率R'はそれをしばらく上回る。本フローチャートは、ステップ112において次式

$$(1) \text{によって実際のEGR率} R' \text{を算出する。}$$

$$R' = R - (R - R) * x_1 \dots (1)$$

ここで、左辺におけるR'は前回の実際のEGR率であり、当初は前回の成層燃焼におけるEGR率である。R20は今回の均一燃焼における所望のEGR率であり、x1は本フローチャートの実行間隔におけるEGR率の減少率である。

【0023】次にステップ113において、算出された現在の実際のEGR率R'とこの時の所望のEGR率Rとの差が0近傍の所定値A以下であるかどうかが判断され、当初この判断は否定されてステップ113に進み、ステップ103において決定された燃料噴射量Q1が第1燃料噴射弁7及び第2燃料噴射弁量の両方を使用して各噴射時期で噴射され、ステップ114においてフラグFは2とされ終了する。

【0024】次回の処理において、フラグFは2とされているために、ステップ104における判断が否定され、再びステップ111以降の処理が繰り返され、ステップ112における判断が肯定される時、すなわち、所望のEGR率がほぼ実現された時は、ステップ105に進み、第2燃料噴射弁10だけを使用する燃料噴射が実行される。

【0025】このように、再循環排気ガスの減少遅れによって実際のEGR率が均一燃焼における所望のEGR率を上回っている間は、第1燃料噴射弁7による燃料噴射も実行され、成層燃焼が併用するために、燃焼の許容EGR率が高められて失火を防止することができる。

【0026】一方、ステップ108における判断が否定される時、すなわち前回の燃焼が成層燃焼でない時には、ステップ115に進む。この時は、均一燃焼から成層燃焼へ切り換わる時であり、前述したように再循環させる排気ガスの増加遅れが発生し、図6に示すタイムチャートのように点線で示す所望のEGR率Rに対して実線で示す実際のEGR率R'はそれをしばらく下回る。本フローチャートは、ステップ110において次式

(2) によって実際のEGR率R'を算出する。

$$R' = R' + (R - R') * x 2 \dots (1)$$

ここで、左辺におけるR'は前回の実際のEGR率であり、当初は前回の均一燃焼におけるEGR率である。Rは今回の成層燃焼における所望のEGR率であり、x2は本フローチャートの実行間隔におけるEGR率の増加率である。

【0027】次にステップ117において、この時の所望のEGR率Rと算出された現在の実際のEGR率R'との差が0近傍の所定値A以下であるかどうかが判断され、当初この判断は否定されてステップ117に進み、ステップ107において決定された燃料噴射量Q2が第1燃料噴射弁7及び第2燃料噴射弁量の両方を使用して各噴射時期で噴射され、ステップ118においてフラグFは2とされ終了する。

【0028】次回の処理において、フラグFは2とされているために、ステップ108における判断が否定され、再びステップ115以降の処理が繰り返され、ステップ110における判断が肯定される時、すなわち、所望のEGR率がほぼ実現された時は、ステップ109に進み、第1燃料噴射弁7だけを使用する燃料噴射が実行される。

【0029】このように、再循環排気ガスの増加遅れによって実際のEGR率が成層燃焼における所望のEGR率を下回っている間は、第2燃料噴射弁10による燃料噴射も実行され、均一燃焼が併用するために、燃焼室1の周囲部に形成される混合気は成層燃焼時の過リーンなものよりリッチ側となってNOxが発生しにくくなり、所望量の排気ガスが再循環されなくてもNOxの発生量を減少させることができる。

【0030】また図4に示す第2フローチャートは、第1燃料噴射弁7及び第2燃料噴射弁10による燃料噴射制御のためのもう一つのフローチャートである。前述の第1フローチャートとの違いについてのみ説明する。

【0031】本フローチャートでは、ステップ204において、フラグFが0であるかどうかが判断され、この判断が否定される時、すなわち前回の燃焼が均一燃焼でない時には、ステップ211に進んで前述同様に実際のEGR率R'を算出し、前述同様なステップ212における判断が否定される時には、ステップ207以降の処理を実行する。すなわち、ステップ207において決定された現在の機関運転状態の成層燃焼時の燃料噴射量Q2を第1燃料噴射弁7を使用して噴射する。

【0032】このように、再循環排気ガスの減少遅れによって実際のEGR率が均一燃焼における所望のEGR率を上回っている間は、第1燃料噴射弁7により燃料を噴射して成層燃焼を実行し、すなわち前述の図5に対応する図7に示すように所望のEGR率が実現されるまでは燃焼を切り換えないために、許容EGR率が高められて失火を防止することができる。

【0033】一方、ステップ208において、フラグFが1であるかどうかが判断され、この判断が否定される時、すなわち前回の燃焼が成層燃焼でない時には、ステップ215に進んで前述同様に実際のEGR率R'を算出し、前述同様なステップ216における判断が否定される時には、ステップ203以降の処理を実行する。すなわち、ステップ203において決定された現在の機関運転状態の均一燃焼時の燃料噴射量Q1を第2燃料噴射弁10を使用して噴射する。

【0034】このように、再循環排気ガスの増加遅れによって実際のEGR率が成層燃焼における所望のEGR率を下回っている間は、第2燃料噴射弁10により燃料を噴射して均一燃焼を実行し、すなわち前述の図6に対応する図8に示すように所望のEGR率が実現されるまでは燃焼を切り換えないために、燃焼室1の周囲部に形成される混合気は成層燃焼時の過リーンなものよりリッチ側となってNOxが発生しにくくなり、NOxの発生量を減少させることができる。

【0035】前述の第1フローチャートにおけるステップ113での燃料噴射において、第1燃料噴射弁7によって噴射される燃料量は、所定量を上限として実際のEGR率R'と所望のEGR率との差が小さくなる程少なくするように制御されており、第2燃料噴射10によって噴射される燃料量は、ステップ103において決定される燃料噴射量Q1からこの分が減量される。また、ステップ117における第2燃料噴射弁10によって噴射される燃料量も同様に徐々に減量するように制御され、第1燃料噴射弁7によって噴射される燃料量は、ステップ107において決定される燃料噴射量Q2からこの分が減量される。それにより実際のEGR率に適合する燃焼を実現することができる。

【0036】しかし、本発明はこのような燃料噴射量制御に限定されず、例えば、ステップ117における第2燃料噴射弁10によって噴射される燃料量を、前述同様、所定量を上限として実際のEGR率R'と所望のEGR率との差が小さくなる程少なくするように制御すると共に、第1燃料噴射弁7によって噴射される燃料量をステップ107において決定される燃料噴射量Q2を減量することなく噴射するようにすることで、燃焼室の周囲部に形成される混合気をさらにリッチ側にでき、それにより、この時に発生するNOxをさらに低減することが可能となる。

【0037】

【発明の効果】このように、本発明による第一の内燃機関の燃料噴射制御装置によれば、排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を

制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置において、第1燃料噴射制御手段が機関運転状態に応じて第1燃料噴射弁と第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させ、検出手段が燃料噴射の切り換え時に制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出し、第2燃料噴射制御手段が検出手段により再循環排気ガス量の増減遅れが検出されている間は第1及び第2燃料噴射弁の両方によって燃料噴射を実行させために、再循環排気ガス量の増減遅れによって所望のEGR率が実現されず、実際のEGR率がそれを上回る場合には成層燃焼を併用して燃焼の許容EGR率を高めて失火を防止し、下回る場合には均一燃焼を併用して燃焼室の周囲部に形成される混合気を成層燃焼時よりリッチ側とすることで、NOxが発生しにくくなるためにNOxの発生量の増加を防止することができる。

【0038】また、本発明による第二の内燃機関の燃料噴射制御装置によれば、排気ガス再循環装置と、気筒内へ直接燃料を噴射し成層燃焼を実現するための第1燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射し均一燃焼を実現するための第2燃料噴射弁と、排気ガス再循環装置に設けられ、燃焼方法と機関運転状態とに応じた最適EGR率が実現されるように再循環させる排気ガス量を制御する制御弁とを有する内燃機関のための燃料噴射制御装置であって、第1燃料噴射制御手段が機関運転状態に応じて第1燃料噴射弁と第2燃料噴射弁とを切り換えて燃料噴射を実行させ、検出手段が燃料噴射の切り換え時に制御弁を介しての再循環排気ガス量の増減遅れを検出し、第3燃料噴射制御手段が検出手段により再循環排気ガス量の増減遅れが検出されている間は第1燃料噴射制御手段による燃料噴射の切り換えを停止させるために、再循環排

10

気ガス量の増減遅れによって所望のEGR率が実現されず、実際のEGR率がそれを上回る場合には成層燃焼を持続させて前述同様失火を防止し、下回る場合には均一燃焼を持続させて前述同様NOxの発生量の増加を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料噴射制御装置が設けられた内燃機関の概略断面図である。

【図2】制御弁の開度制御のためのマップである。

【図3】燃料噴射制御のための第1フローチャートである。

【図4】燃料噴射制御のための第2フローチャートである。

【図5】成層燃焼から均一燃焼へ切り換わる時のEGR率変化のタイムチャートである。

【図6】均一燃焼から成層燃焼へ切り換わる時のEGR率変化のタイムチャートである。

【図7】図5と同様なタイムチャートである。

【図8】図6と同様なタイムチャートである。

【符号の説明】

1 … 燃焼室

2 … ピストン

3 … 吸気通路

5 … 排気通路

7 … 第1燃料噴射弁

8 … 点火プラグ

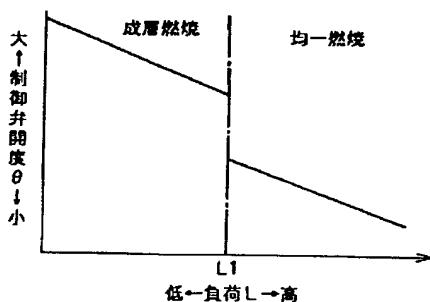
9 … スロットル弁

10 … 第2燃料噴射弁

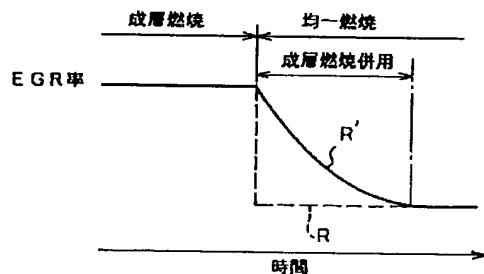
11 … 排気ガス再循環通路

12 … 制御弁

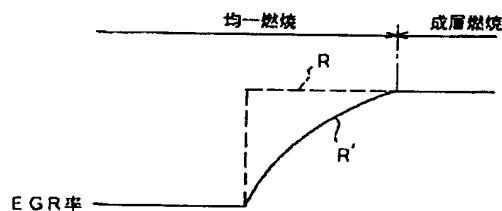
【図2】



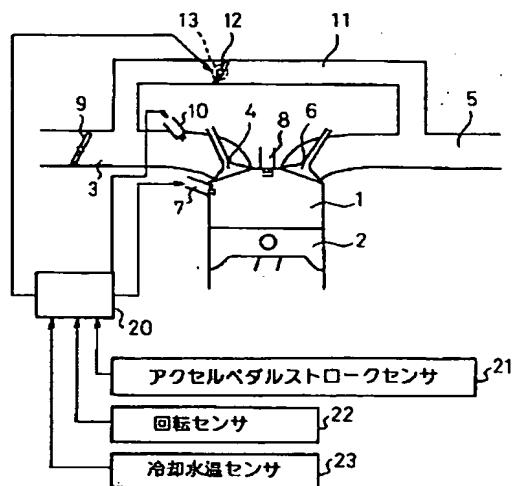
【図5】



【図8】

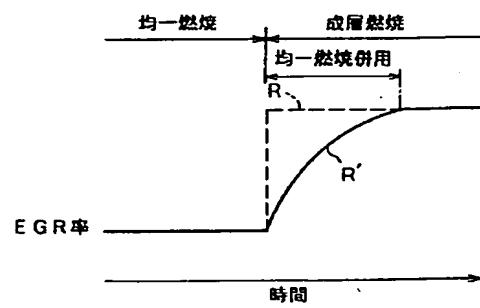


【図1】

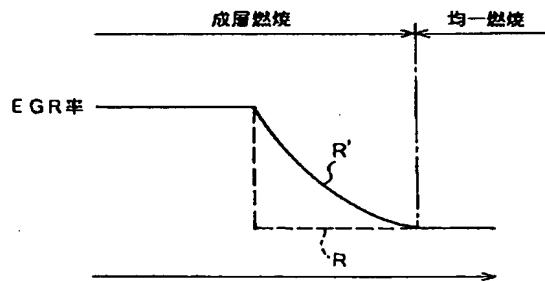


- | | |
|-------------|----------------|
| 1 - 燃焼室 | 8 - 点火プラグ |
| 2 - ピストン | 9 - スロットル弁 |
| 3 - 吸気通路 | 10 - 第2燃料噴射弁 |
| 4 - 排気通路 | 11 - 排気ガス再循環通路 |
| 7 - 第1燃料噴射弁 | 12 - 制御弁 |

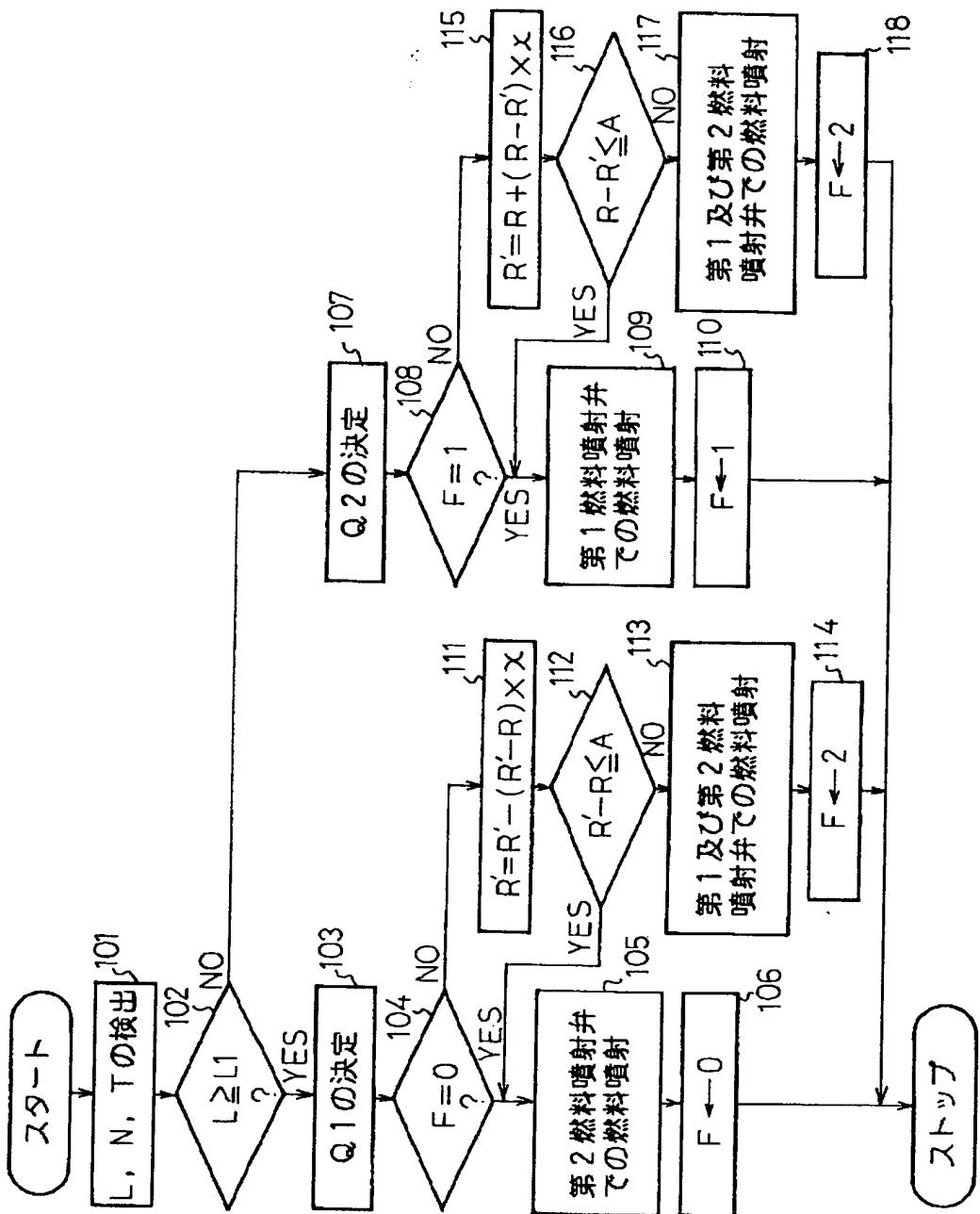
【図6】



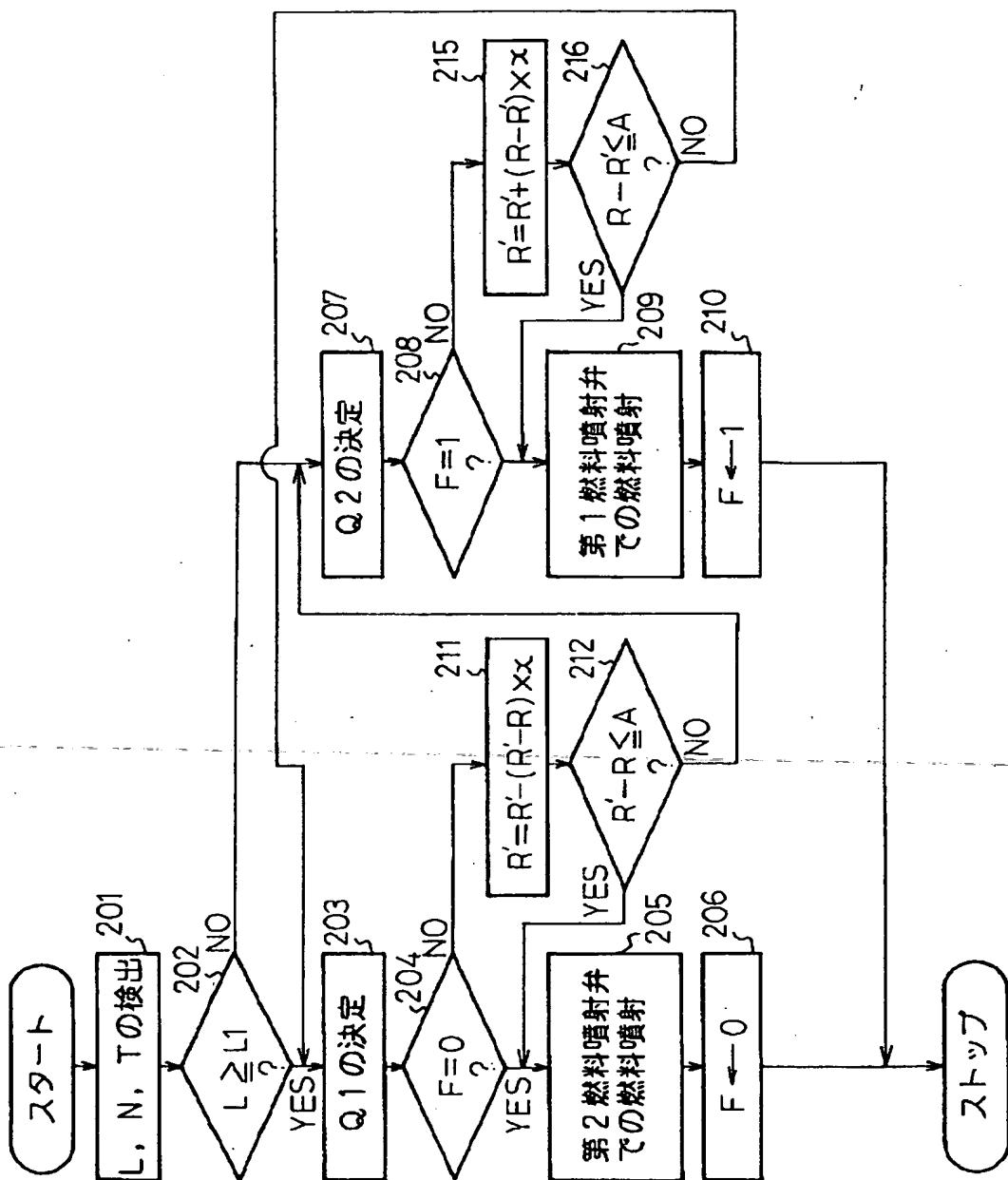
【図7】



【図3】



【図4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)